

ÉVFOLYAM  
Volume

IX

2006

---

# GEOMATIKAI KÖZLEMÉNYEK

*Publications in Geomatics*

SZERKESZTŐK  
Editors

ZÁVOTI J, BÁNYAI L, PAPP G

---

Építési geodézia a Paksi Atomerőműben  
Egyéb tudományos publikációk  
Sopron, 2006. október

---

HU ISSN 1419-6492



---

MTA GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZET  
9400 SOPRON, CSATKAI U. 6-8.

## *E l ő s z ó*

A „Geomatikai Közlemények” a IX. évfolyammal egy újabb mérföldkőhöz érkezett. A szerkesztőség a folyóirat által szervezett továbbképző szemináriumok anyaga mellett közölt már tudományos disszertációt és egyetemi tananyagot is. Jelen kiadványban döntő részt a Paksi Atomerőmű ZRt. által szervezett tudományos, gyakorlati és történeti jelentőségű konferenciák előadásainak szerkesztését és lektorált kiadását vállalta.

Köszönetet szeretnénk mondani azoknak az önzetlen előadóknak, akik vállalták a szigorú tartalmi és formai követelmények teljesítését. Külön köszönetet szeretnénk mondani a Paksi Atomerőmű ZRt. elvi és anyagi hozzájárulásáért is.

*a szerkesztők*

## *E l ő s z ó*

### *az „Építési Geodézia a Paksi Atomerőműben” című írásokhoz*

A Geomatikai Közlemények szaklap rendhagyó módon lehetőséget adott arra, hogy a geodéziai szakterület tudományos publikációi között megjelenjenek a Paksi Atomerőmű létesítményéhez kapcsolódóan egy kiadványban azok az ismeretek, amelyek még így egyben soha nem kerültek publikálásra. Az építési geodézia speciális területe a geodézia tudományának, hiszen mint egy kohó a különböző adalékokkal, felhasználja a geodéziának és szakterületeinek szinte minden részterületét, de más szakterületek tudományos és gyakorlati eredményeit is hasznosítja. A földtudományok területei, mint a geofizika, geológia, hidrológia, talajmechanika, általános- és felsőgeodézia, vagyis a földmérés és a térképészet, a mérnökgeodézia és még folytatathatnánk a felsorolást, kiegészítve az informatika alkalmazásaival, mind a nagy egész műszaki tudásbázis részelemei és egyben forrásai a gyakorlati élet számára.

A tudomány eredményei és annak gyakorlati alkalmazásai együtt biztosítják azt a mérnöki tudást, amely képes úgy alkotni, hogy a létrehozott mű a vele szemben támasztott követelményeknek megfeleljen.

A Paksi Atomerőmű az elmúlt 30 évben az egyetlen olyan műszaki alkotás, amely komoly kihívásokat jelentett a mérnökgeodézia szakterületének a létesítés időszakában, de esetenként napjainkban is az üzemeltetés során. Azok a módszerek és technológiák, amiket alkalmaztunk, vagy jelenleg is használunk, az emberi tudás olyan eredményei elsősorban, amelyeket az adott időszak megoldandó műszaki kérdései generáltak az akkori lehetőségek szerint.

A mérnökgeodézia tapasztalatainak összefogása és szükség szerinti bővítése tudja megteremteni az alapot a közeljövő várható építési geodéziai fel-

adatainak támogatására, amely az egységes műszaki követelményeket nem csak lokálisan, de országos szintes is biztosítja a tervezés, létesítés, üzemeltetés és geometriai alapokra épülő műszaki információs adatbázisok feladatainál.

Az erőmű építésének és jelenlegi működésének különböző fázisait jól lehetne szemléltetni egy adott időszakra vonatkozóan az akkor elvégzett mérnökgeodéziai feladatokra jellemző műszaki tartalommal, annak gyakoriságával és a végrehajtáshoz szükséges pénzügyi forrásokkal. Ezek a jellemzők az erőmű zöldmezős beruházásától napjainkig egy-egy jellemző tevékenységi kört és egy folyamatban való részvételt jelentenek, így a beruházási folyamatban a tervezés és létesítés, vagy az üzemeltetés és karbantartás mérnökgeodéziai tevékenységeit mutatják meg.

A mérnökgeodézia az a szakterület, amely a létesítmény összes elemével – műszaki objektumával – úgy kerül kapcsolatba, hogy azok elhelyezésére vonatkozóan legfontosabb feladata a geometriai rend biztosítása a beruházás folyamatában, a tervezéstől indulóan az üzembe helyezésig. Ez nem más, mint a különböző tervezési fázisokba tartozó tervek és a valóság összhangjának biztosítása a mérnökgeodézia eszközeivel. Az eszközök köre az alkalmazott technológiától függően különböző elemeket foglal magában. Így elsősorban azt a szakmai tudást és háttérrel, amely az egész rendszert működteti annak minden szükséges elemével – így a mérési technológia mérőműszerei és tartozékai, a számítás és feldolgozás elméleti és gyakorlati eszközein keresztül egészen a térképezés és adatbázis képzés hardver és szoftver eszközeiig. Ezt egy olyan környezetben kell működtetni, amely lehetőleg harmonikusan illeszkedik más szakterületek által generált igényekhez és általuk is alkalmazott informatikai alapú megoldásokhoz, a tágabb környezetben lévő elvárások és adottságok figyelembe vétele, valamint a folyamatos fejlődés követése mellett.

Valójában az eltelt időszak egyes szakaszaihoz tartozó tevékenységek technológiai megoldásairól általában kijelenthető, hogy mindig a lehetőségek csúcsát választottuk a rendelkezésre álló források optimális felhasználása mellett. Ugyanazok a feltételek azonban még egyszer nem ismétlődnek, hiszen a körülöttünk és velünk együtt zajló fejlődés ezt kizárja. Sok technológia kialakításában úttörő szerepet vállalt az Atomerőmű a műszaki igények és a források által biztosítható lehetőségek alapján. Ezek szinte mind hasznosultak az erőmű telephelyén kívüli alkalmazásukkal is.

A mérnökgeodéziával szemben megfogalmazott elvárások folyamatosan alakulnak a környezetében működő folyamatok igényei szerint. A hangsúlyok jelenleg is eltolódnak, változnak. Jelenleg előtérbe került a műszaki nyilvántartások digitális adatbázisokkal történő támogatása, azok egységes integrált rendszerben való összefogása és kapcsolódása az üzemeltetés és karbantartás tevékenységeihez is. Megnőtt és érezhető módon felértékelődött a tér-

informatika szerepe, mint interfész adatbázis a műszaki és gazdasági nyilvántartások között. Ez teljesen természetes folyamat, hiszen az integrált vállalati nyilvántartások középpontjában is csak azok a műszaki objektumok állhatnak, amelyre vonatkozóan adatainkat különböző szempontból nyilvántartjuk és elemezzük.

Műszaki nyilvántartási szempontból az Atomerőmű telephelye, mint üzemi terület, méretében egy kisebb városhoz hasonlítható. A telephely nyilvántartása a rajta lévő technológiai és ellátó rendszerek, létesítményeik, és az egy hektárra eső műszaki objektumok darabszáma miatt magyarországi körülményeink között különleges rendszernek számít.

A szakmai rendezvényeken jól eső érzés volt találkozni azokkal a kollégákkal, akikkel az eltelt idő alatt hosszabb-rövidebb ideig együtt dolgoztunk. Különösen nagy élmény volt néhányukat 25 év után ismét viszontlátni, emlékezve arra a fizikailag is megterhelő, de mégis felvillanyozó munkára, amit csak az tud átérezni, aki abban részt vett.

Vannak olyan kollégáink is, akik már nem lehetnek közöttünk, de mindig szívesen gondolunk rájuk az emlékezés során. Így Szerovay Antal, aki a generáltervező ERŐTERV Rt. megbízójaként az 1-4 blokk megvalósításánál szakterületünk egyik legfontosabb támogatója volt. A Geodéziai Terv (GT) kidolgoztójaként és az akkor alkalmazott mérési technológiák igénylőjeként, olyan fejlesztések valósultak meg támogatásával, amelyek eredményei nem csak az Atomerőműben, hanem széles körben hasznosultak az oktatástól elkezdve a mérési technológiák, adatfeldolgozások, elemzések, adatbázis kezelések, fotogrammetriai, digitális térképezési és térinformatikai fejlesztések során.

A 2000. évben elhatároztuk, hogy megújítjuk a még érvényben lévő és műszaki szabványként kezelt 1-4 blokk Geodéziai Tervét, felváltva egy új, a kor követelményeit és a szakmai háttérrel is figyelembe vevő mérnökgeodéziai minőségbiztosítási tervvel, amely tevékenységeink szabályozott kereteit adja. A terv tíz kötetben, témakörökre bontva, foglalja össze azokat a feladatokat, amelyek az erőműben a mérnökgeodéziai feladatokat jelentik. A terv további részleteinek és kiemelten a térinformatikai adatkapcsolatra vonatkozó integrált műszaki rendszer (IMR) rendszerszintű adatkapcsolatainak a kidolgozása most van folyamatban.

Az ismeretek rögzítésének és a mérnökgeodéziai szakmai tudás bővítésének a céljából rendeztük meg 2004. május 27-28-án az "Építési geodézia múltja az Atomerőműben és jövője az Európai Unióban", valamint 2005. október 20-21-én az „Építési geodézia a gyakorlatban” című szakmai fórumokat Tengelícen a Paksi Atomerőmű ZRt., a Tolna Megyei Mérnöki Kamara, valamint a Magyar Mérnöki Kamara Geodéziai és Geoinformatika Tagozatával közösen.

Az elhangzott előadások közül néhánynak a szerkesztett változatát tartalmazza a jelen kiadvány, amit ajánlok azoknak a szakembereknek, akik az erőmű beruházásában részt vettek, akik mérnökgeodéziával foglalkoznak és a szakmatörténet iránt is érdeklődnek. Egyben köszönöm a fáradságot az összeállításban részt vállaló szerzőknek, szerkesztőknek és a kiadó MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetnek.

Paks, 2006-09-23.

**Németh András**

Paksi Atomerőmű ZRt.

MIG MFO Építész Műszaki Osztály  
csoportvezetője

okl. építőmérnök, földmérőmérnök

# TARTALOMJEGYZÉK

## CONTENTS

### Építési geodézia a Paksi Atomerőműben

<b>Ágfalvi Mihály</b> .....	9
A mérnökgeodézia oktatás- kutatás szerepe a szakember utánpótlásban <i>The Role of the training and the research in the field of engineering geodesy in surveyors' higher education</i>	
<b>Lovas Antal, Homolya András</b> .....	15
Magyar építőmérnök Bsc-Msc képzés és tervezői jogosultságok <i>The Hungarian civil engineering BSc-MSc Curricula and the designer's entitlement</i>	
<b>Kiss Antal</b> .....	25
A BME Geodéziai Intézet tevékenysége a Paksi Atomerőműben <i>The activity of Geodetic Institute of BME in Nuclear Power Station Paks</i>	
<b>Csemniczky László, Homolya András</b> .....	31
Zártláncú geodéziai – fotogrammetriai rendszer szerepe a Paksi Atomerőmű építkezésénél <i>The role of the closed-chain geodetic photogrammetric system on the building operations of Paks Nuclear Power Station</i>	
<b>Kis Papp László</b> .....	41
A Paksi Atomerőmű létesítményeinek állapotfelmérése hagyományos és digitális fotogrammetriai eljárással <i>Condition assessment of the establishment of Nuclear Power Station Paks by means of traditional and digital photogrammetric procedure</i>	
<b>Gazsó Márta</b> .....	47
A Paksi Atomerőmű Rt. térinformatikai adatbázisának karbantartása és adatgyűjtésének jelenlegi feladatai <i>Recent tasks of maintenance and data capture of geospatial database in the Paks Nuclear Power Plant Co. Ltd.</i>	
<b>Ábrahám György, Kovács Gábor, Németh András</b> .....	55
Reaktorok helyzetmérési eredményei, mérési technológia és gyakorlat 1990 – 2004 <i>Results of reactor position measurements – measurement technology and practice 1990-2004</i>	
<b>Czellár András, Zergi István</b> .....	67
Nagy pontosságú geodéziai mérések végrehajtása a Paksi Atomerőmű reaktorainak tervszerinti kivitelezésénél <i>Precise geodetic surveys when constructing the reactors of Paks Atomic Power Station according the design</i>	
<b>Bányai László, Mentés Gyula</b> .....	71
Deformáció vizsgálatok geodéziai módszerei <i>Geodetic methods of deformation investigations</i>	

## Egyéb tudományos publikációk

<b>Závoti József</b> .....	89
Nem teljes rangú Gauss – Markov modell minimum normás becslése	
<i>Minimum norm estimation of the non-full rank Gauss-Markov model</i>	
<b>Polgár Rudolf</b> .....	97
Általánosított bilineáris spline interpoláció	
<i>Generalized bilinear spline approximation</i>	
<b>Fekécs Sándor</b> .....	105
Az egész Héron – háromszögek fogalma és szerkezete	
<i>The Integer Heron Triangle (HT) has integers as the lengths of its sides</i>	
<b>Völgyesi Lajos, Tóth Gyula, Csapó Géza, Szabó Zoltán</b> .....	111
A nehézségi erőter nem árapály jellegű időbeli változásainak vizsgálata	
<i>Investigation of non tidal variations of gravity</i>	
<b>Kiszely Márta</b> .....	123
A Kárpát – medence 1900 – 2005 közötti földrengéseinek statisztikai elemzése	
<i>The statistical analysis of earthquakes of Carpathian Basin between the years 1900-2005</i>	

# A MÉRNÖKGEODÉZIA OKTATÁS-KUTATÁS SZEREPE A SZAKEMBER UTÁNPÓTLÁSBAN

Ágfalvi Mihály\*



**The Role of the Training and the Research in the Field of Engineering Geodesy in Surveyors' Higher Education** - Paper gives an overview on the formation of engineering surveying in the Hungarian higher education. Points out the formation and the course of engineering surveying including the reasons as well as summarising the tasks of it. Comprises the task of education and research through examples of our College, emphasizing how the curriculum and core of this subject was planned and carried out according to the continuously changing requirements in our profession. Comprises also the new structure of the Hungarian higher education system and features the role of research in the education

**Keywords:** engineering surveying, education, new higher education system, training of technicians

A dolgozat bevezetője a mérnökgeodéziai ismeretanyag megjelenését vázolja röviden a magyar felsőoktatásban. A következő fejezet a szakterület kialakulásának idejét, és okait mutatja meg. Ezután a mérnökgeodézia feladatainak összefoglalója következik. Áttérve az oktatás-kutatás feladataira, a főiskolai kar példáján keresztül mutatja be a tantárgy tartalmának kialakítását, a törzsanyagot, a gyakorlatban előforduló feladatok változását, az ezzel összefüggő tantárgyi tartalom korszerűsítésének folyamatos igényét. Szól az új rendszerű felsőoktatás szerkezetéről, és annak az oktatás- gyakorlat hatásáról, majd röviden a kutatás szerepéről a szakemberképzésben.

**Kulcsszavak:** mérnökgeodézia, oktatás, új rendszerű felsőoktatás, szakemberképzés

## 1 Bevezetés

A mérnökgeodézia oktatása 1960 óta szerepel a magyar földmérőmérnök-képzésben. Vincze Vilmos volt az első, aki ezt a tantárgyat bevezette a hazai felsőoktatásba. 1961-ben jelent meg első egyetemi jegyzete, Ipar geodézia I. címmel (Vincze 1961). Vincze Vilmos oktató munkáját 1965 után Székesfehérváron, a kezdeményezésére alakult oktatási intézményben folytatta, ahol a tantárgyat szintén az általa készített jegyzetből (Vincze 1970) tanulták a főiskola (akkori nevén felsőfokú technikum) hallgatói. Az elmúlt negyven évben több jegyzet (Ódor 1967, Karsay 1974, Ágfalvi 1977, Detrekői-Ódor 1984) is gazdagította a téma szakirodalmát. A tantárgy időközben „nagy karriert” futott be, s ma már nem csak a felsőfokú, hanem a középfokú (szak)oktatásnak is szerves részévé vált.

Miért vált ki a geodéziából, s fejlődött önálló szakterületté ez a tevékenység, hiszen a mérnöki alkotások (pl. folyószabályozások, út- és vasútépítések stb.) nagy részének létrehozását minden korban geodéziai munkák kísérték a tervezéstől egészen a kivitelezésekig és gyakran azon túl is?

## 2 A szakterület kialakulása és feladatai

A mérnökgeodézia része egy nagyobb tudományterületnek, a geodéziának. Kialakulásának idejét, önálló szakterületté fejlődését több irodalmi forrás is (pl. Koren 1966, Gabos és Kiss 1970, Welsch 1976, Hennecke et al. 1994) a múlt század középső évtizedeire datálja, amikor a II. világháború után nagyszabású építkezések indultak meg világ- és Európa-szerte. A feladatok sokfélesége és gyakran újszerűsége, az egyre bonyolultabb és nagyobb méretű építmények, mérnöki szerkezetek, a megnövekedett pontossági követelmények együttesen hatottak oda, hogy a szakterület fejlődésnek indult és rövid idő alatt önállósult.

Hazánkban is a 20. század közepére tehető a geodéziai ilyen célú alkalmazásának erőteljes megjelenése. Miután nálunk kezdetben elsősorban olyan ipartelepek tervezéséhez, építéséhez kötődik e



## Hivatkozások

### *References*

- Ágfalvi M (1977): Mérnökgeodézia I. *Jegyzet*, Székesfehérvár.
- Detrekői Á, Ódor K (1984): Ipari geodézia I-II. *Tankönyvkiadó*, Budapest.
- Gabos Gy, Kiss K (1970): A mérnökgeodézia kialakulása és fejlődése Magyarországon a felszabadulás óta. *Geodézia és Kartográfia* 10, 188-191.
- Hennecke et al. (1994): Handbuch Ingenieurvermessung. Band 1. Grundlagen. *Wichmann Verlag*, Heidelberg.
- Karsay F (1974): Építőipari geodézia. *Tankönyvkiadó*, Budapest
- Koren I (1959): Az ipari geodézia rendszertani áttekintése. *Geodézia és Kartográfia* 11, 194-197.
- Koren I (1966): A mérnökgeodézia rendszertani felépítése, viszonya a mérnöki alkotótevékenységhez és az általános geodéziához. *Geodézia és Kartográfia* 20, 249-255.
- Ódor K (1967): Ipari geodézia I. *Tankönyvkiadó*, Budapest.
- Vincze V (1961): Ipari geodézia I. *Tankönyvkiadó*, Budapest.
- Vincze V (1970): Ipari geodézia I. *Jegyzet*, Székesfehérvár.
- Welsch W (1976): Ein Beitrag zur Formierung der Disziplin „Ingenieurgeodäsie“ als Forschungs- und Lehrgebiet. *Zeitschrift für Vermessungswesen* 3, 97-104
- Werner H (1987): Ist auch der Maschinenbau ein Arbeitsfeld des Vermessungsingenieurs? *Verm.- Technik*, 35 H. 1, 8-9.

# MAGYAR ÉPÍTŐMÉRNÖK BSC-MSC KÉPZÉS ÉS A TERVEZŐI JOGOSULTSÁGOK

Lovas Antal<sup>\*</sup>, Homolya András<sup>\*\*</sup>



*The Hungarian Civil Engineering BSc-MSc Curricula and the designer's entitlement – According to the “Bologna process of High Education” the Hungarian Civil Engineering Curricula will be extraordinary modified. The following three levels of the Course will be established.*

Name		Credit	Aim/Activity
Undergraduate	BSc	240	Construction, managing, maintance, planning (basic)
Master	MSc	90	Planning (leader) expert, technical development
Doctoral/ Postgraduate	PhD	180	Research, education, technical development

There are three branches within the Undergraduate Course as structures, infrastuctures and geoinformatics. The Master Course based on it consists of three branches, for after finishing MSc Course one can apply for and enter into the doctoral level (PhD). This report present the process and development of the education System at the Faculty of Civil Engineering, Budapest University of Technology and Economics (BME) in the last 30 years, especially focusing on the BSc level started in September, 2005 and the MSc level based it.

**Keywords:** higher education, civil engineering training/education, geoinformatics training/education, BSc/MSc Courses, designer's entitlement

*A Bologna folyamat eredményeként jelentősen átalakul a magyarországi építőmérnök képzés. A létrejövő három szint a célul kitűzött tevékenységi körök rövid megjelölésével:*

A képzés elnevezése		Kredit	Tevékenységi kör
Alapképzés	BSc	240	Kivitelezés, üzemeltetés, fenntartás, alap-tervezés
Mesterképzés	MSc	90	Vezető-tervezés, szakértés, fejlesztés
Doktori képzés	PhD	180	Kutatás, oktatás, fejlesztés

Az alapképzésben a hallgatók szerkezet-, infrastruktúra- és geoinformatika-építőmérnök ágazatokban tanulnak. Ezt követi a mesterképzés a BSc három ágazatának megfelelő három szakban. Mindkét képzéshez szakirányú továbbképzések kapcsolódnak. A doktorandusz képzés esetén a belépés feltétele az MSc fokozat megléte. A dolgozat áttekinti a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Építőmérnöki Kar oktatásának 30 év alatti fejlődését, különös tekintettel a 2005. szeptemberében indult BSc képzésre és a ráépülő MSc képzésekre.

**Kulcsszavak:** felsőoktatás, építőmérnök képzés, geoinformatikus képzés, BSc-MSc képzés, tervezői jogosultságok

## 1 Bevezetés

Az építőmérnöki szakma jellegzetessége, hogy alkotásait a társadalom egésze nap, mint nap látja és használja (épületek, utak, vasutak, hidak, vízellátás és csatornázás, vízrendezés és folyószabályozás, hulladék-elhelyezés, stb.). Az építőmérnökök felelőssége talán a legnagyobb a mérnöki tevékenységek közül, kisebb mérnöki hibák is emberéletet követelhetnek, leginkább befolyásolja a természetet és gyakorlatilag minden építőmérnöki alkotás egyedi. Fontos a szerepünk a természeti vagy ember által okozott katasztrófák elhárításában is.

A jelenlegi magyarországi infrastrukturális és lakásépítési igények kielégítése a 10-20 éves prognózisok szerint is stabil építőmérnöki szükségletet jelentenek. Az építőmérnöki területen már

<sup>\*</sup> BME Építőmérnöki Kar, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. E-mail: alovas@mail.bme.hu

<sup>\*\*</sup> homolya@agt.bme.hu

## Hivatkozások

### *References*

- Farkas Gy, Lovas A** (2004): Hungarian BSc-MSc Program after Joining the EU. Proc. of the 5<sup>th</sup> AECEF Symposium on Civil Engineering in the Next Decade (ASCEND) Strategies for Education, Research, Innovation and Practice, Helsinki, Finland, 81-88.
- Manoliu I, Bugnariu T** (ed.) (2001) Inquiries into European Higher Education in Civil Engineering. *First EUCET Volume*, European Civil Engineering Education and Training Socrates-Erasmus Thematic Network Project, ISBN 973-85112-1-6
- Manoliu I** (ed.) (2003) Inquiries into European Higher Education in Civil Engineering. *Third EUCET Volume*, European Civil Engineering Education and Training Socrates-Erasmus Thematic Network Project, ISBN 973-85112-6-7
- Manoliu I** (ed.) (2004) Civil Engineering Education in Europe – 2004. *Fourth EUCET Volume*, European Civil Engineering Education and Training Socrates-Erasmus Thematic Network Project, ISBN 973-85112-7-5

# A BME GEODÉZIA INTÉZET TEVÉKENYSÉGE A PAKSI ATOMERŐMŰBEN

Kiss Antal\*



*The activity of Geodetic Institute of BME in Nuclear Power Station Paks. The role of Geodetic Institute (Departments of Surveying, Geodesy and Photogrammetry) in construction, operation and lifetime expansion of Nuclear Power Station Paks is summarised. Planning and elaborating of Quality Management System with EU conformity is also described.*

**Keywords:** BME Geodetic Institute, Nuclear Power Station Paks, quality management

*A BME Geodéziai Intézet (Általános és Felsőgeodézia, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék) mérnökgeodéziai feladatait foglaltuk össze a Paksi Atomerőmű építésénél, üzemeltetésénél és az üzemidő meghosszabbításánál. A mérnökgeodéziai feladatok EU konform minőségirányítási rendszerének tervezését és kialakítását is bemutatjuk.*

**Kulcsszavak:** BME Geodéziai Intézet, Paksi Atomerőmű, minőségirányítás

## 1 Bevezetés

A BME Geodéziai Intézet szervezetéhez az Általános Geodézia Tanszék, a Felsőgeodézia Tanszék és a Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék tartozott. E tanszékek szakembereinek többsége folyamatosan részt vett a Paksi Atomerőművel kapcsolatos feladatok megoldásában. E tevékenységeket jelenleg az Általános- és Felsőgeodézia Tanszék koordinálja. A Tanszék ismertetése (Kiss A. et al. 2002) alapján történik.

A BME fenti intézményei szakmai színvonalát jellemzi, hogy a mérnökgeodéziával foglalkozó oktatók többsége GD-1 vezető tervezői címmel, a vezető oktatók tudományos minősítéssel rendelkeznek, és a tanárok közül három akadémikus. Az utóbbi időben a fenti tanszékcsoport adta a BME rektorait.

E tanszékek Magyarország több jelentős beruházásának (mint pl.: irodaházak, árvízvédelmi töltések, városrészek, hidak, gyárak, erőművek létesítése) mérnökgeodéziai munkáiban vettek részt. E teendők közül a Paksi Atomerőművel kapcsolatos feladatok szerepe kiemelkedő. E tevékenységeket az Intézet, illetve a tanszékek vezetői mindig támogatták. Az Atomerőmű építés során Dr. Sárközy Ferenc intézetvezetőként látta el a témavezetői teendőket. Tapasztalataiból néhányat Sárközy F. (1980) ismertet.

A vezetői politika a Paksi Atomerőmű esetén mindig fontosnak tartotta a megbízókkal, a tervezőkkel és a társ geodéziai intézményekkel való folyamatos együttműködést és egymás munkájának a segítségét. (ERŐTERV, ERBE, PAV, PA Rt., FTV, PGTV)

A Paksi Atomerőművel kapcsolatos feladatokat történelmi sorrendben ismertetjük.

## 2 Az Atomerőmű építés előkészítési időszakában végzett feladatok 1967-1975-ig

Az Általános Geodézia tanszék 1967-ben kapott megbízást az Atomerőmű területén az építés előkészítés geodéziai munkáinak elvégzésére. Az ipartelep helyi rendszerű főalapponthálózatát létesítette és a hűtővízcsatornák építésénél tereprendezési kitűzési munkákat végzett.

Az építési munka szüneteltetése után a Tanszék által létesített alapponthálózat szolgált az ipartelep főalapponthálózatául, amelyből kiindulva történt az ipartelepi kitűzési hálózat kitűzése és meghatározása.

\* BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.  
E-mail: kiss@agt.bme.hu

## Hivatkozások

### References

- Csemniczky L, Homolya A** (1996): A digitális térképfeldolgozás minőségi kérdései. *VI. Országos Térinformatikai Konferencia kiadványa*, Szolnok
- Csemniczky L, Homolya A** (2001): A GRADIS-2000 interaktív grafikus rendszer rövid története. Fejezetek a térinformatika magyarországi történetéből a kezdetektől 2000-ig. *Bonaventura GIS Bt.* Budapest
- Detrekői Á, Eöry K, Sárközy F** (1984): A Paksi Atomerőmű építése során létrehozott zártláncú, automatizált fotogrammetriai-geodéziai információs rendszer. *Geodézia és Kartográfia* 36, 4.
- Homolya A** (1987): Közműfelmérés automatizált feldolgozása és adatbank kialakítása a GRADIS-2000 interaktív grafikus rendszeren. *Közművek Felmérése és Nyilvántartása Konferencia kiadványa*, Pécs
- Homolya A** (1994): Digitális térképek előállítása, problémák, megoldások, tapasztalatok. *IV. Országos Térinformatikai Konferencia kiadványa*, Szolnok
- Homolya A** (1995): A kataszterek térképi és leíró adatainak feldolgozása, problémák, lehetőségek, megoldások. *Geodézia és Kartográfia* 47, 1.
- Kiss A** (1984a): Deformation measurement of the localizing tower under overpressure of a nuclear power station. Proceedings of International symposium on Long-Term. Observation of Concrete Structures (Organised by the RILEM Technical Committee 45 LTO with cosponsorship of ACI), Budapest Home III, 62-72. Responsible publisher: M. Heincz. Institute for Quality Control of Building, Budapest.
- Kiss Antal** (1984b): Paksi Atomerőmű speciális geodéziai ellenőrző mérési feladatai. *Geodéziai és Kartográfiai Egyesület rendezvényén tartott előadás* Budapest, 1984. 05. 08.
- Kiss A** (1990): Analiz rezultatov issledovania peremesenia 4-ogo reaktora atomnoj elektrosztancii "Paks" sz tocski zrenia szosztavlenia prognoza peremesenia i szozdania diagnoszticeszkoy szisztemü. *Periodica Polytechnica Ser. Civil Engineering* 34; 1-2, 47-67.
- Kiss A** (1996): The influence of foundation body movements and deformations in quality of building construction. *Periodica polytechnica ser. Civil Engineering* 40; 2, 37-54.
- Kiss A** (1999): Építési munka minőségét befolyásoló szerkezeti mozgások és deformációk vizsgálata. *PhD doktori értekezés* Budapest, 139. + függelék
- Kiss A, Czákó J, Csemniczky L, Deák O, Detrekői Á, Homolya A, Kis Papp L, Sárközy F** (2002): A Tanszék Paksi Atomerőmű építésénél és üzeménél végzett műszaki ellenőrző, mérnökegeodéziai és fotogrammetriai feladatai. *Geodézia és Kartográfia*, 10.
- Ugrin N** (1980): Az OR-1 Ortofotó rendszer gyakorlati felhasználása. *Geodézia és Kartográfia* 5.
- Sárközy F** (1980): Geodiziceszkije rabotü na nyekatorüh kapitalynüh sztojkah VNR. *Előadás a Wroclavi Egyetem Nyári Geodéziai Iskoláján*; Levin Klodzy

# A ZÁRTLÁNCÚ GEODÉZIAI - FOTOGRAMMETRIAI RENDSZER SZEREPE A PAKSI ATOMERŐMŰ ÉPÍTKEZÉSÉNÉL

Csemniczky László\*, Homolya András\*\*



*The Role of the Closed-Chain Geodetic Photogrammetric System on the Building Operations of Paks Nuclear Power Station – In connection with planning and building activities on Paks NPS the development of a new technological system becomes necessary. A new information service ensures continuous data supply about realized situation and that constitutes the basis of a uniform geometrical system. That was the reason of establishment of a closed-chain geodetic photogrammetric interactive graphic system in the ERŐTERV and in the Technical University of Budapest.*

**Keywords:** Nuclear Power Station (NPS), CAD/CAM Systems, Digital Utility Map

*A Paksi Atomerőmű párhuzamosan végzett tervezési és építési munkálatai egy új technológiai rendszer kiépítését igényelték. Szükségessé vált egy információszolgáltatás, amely folyamatosan biztosítja az adatokat a megvalósult állapotról és alapja az építkezés egységes geometriai rendszere. Ennek az igénynek a kielégítésére kezdődött 1982-ben egy zártláncú geodéziai-fotogrammetriai interaktív grafikus rendszer telepítése, egyidejűleg az ERŐTERV-nél és a Budapesti Műszaki Egyetemen.*

**Kulcsszavak:** atomerőmű, CAD/CAM rendszerek, digitális közműtérkép

## 1 Bevezetés

A Paksi Atomerőmű építése újszerű feladatok elé állította a magyar mérnököket, így a geodéziai munkák is más szemléletmódot, technológiát és felszerelést igényeltek. (Czellár, Zergi 1982 és Karsay, Speciár 1983) Ezért született meg a döntés, hogy az ERŐTERV-nél és a Budapesti Műszaki Egyetemen 1982-ben egy zártláncú geodéziai-fotogrammetriai interaktív grafikus rendszert telepítsenek, amely a következő feladatok megoldására alkalmas:

1. adatfelvétel,
2. adatfeldolgozás,
3. feldolgozott adatok megjelenítése.

Lényegesnek tartjuk megjegyezni, hogy az alábbiakban vázlatosan bemutatott rendszer minden egyes alkotóeleme a telepítés idején a világszínvonalat képviselte. Ezzel a Paksi Atomerőmű napi informatikai igényeinek biztosítása mellett a rendszernek lényeges szerep jutott az oktatásban és a magyar mérnökök továbbképzésében. Tekintsük át a rendszer vázlatát. (1. ábra) (Detrekői, Eöry, Sárközy 1984)

Megjegyezzük, hogy a későbbiekben közölt fényképek a BME akkori Oktatástechnikai Osztályának archív felvételei.

## 2 A zártláncú geodéziai-fotogrammetriai interaktív grafikus rendszer elemei

A helyszíni (terepi) adatfelvételt a német ZEISS cég ELTA-2 és a svájci KERN cég E-1 típusú mérőállomásai biztosították. (2. ábra)

Az ELTA-2 mérőállomások ipari mérőrendszert (ITH) alkotva bonyolult berendezések és csőrendszerek alkotóelemeinek pontos térbeli helymeghatározását is lehetővé tették és alkalmasak voltak a berendezések, csőrendszerek és áttörések fotogrammetriai feldolgozásához szükséges

\* BME Építőmérnöki Kar, 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. E-mail: csemniczky@digikom.hu

\*\* BME Építőmérnöki Kar, 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. E-mail: homolya@agt.bme.hu

## Hivatkozások

### *References*

- Ugrin N (1980): Az OR-1 ortofotorendszer gyakorlati felhasználása; *Geodézia és Kartográfia*, 32, 356-363.
- Czellár A, Zergi I (1982): A Paksi Atomerőmű reaktortartályával kapcsolatos geodéziai mérések; *Geodézia és Kartográfia*, 34, 253-256.
- Karsay F, Speciár A (1983): A Paksi Atomerőmű építésénél végzett geodéziai munkák eddigi tapasztalatai; *Geodézia és Kartográfia*, 35, 89-92.
- Detrekői Á, Eöry K, Sárközy F (1984): A Paksi Atomerőmű építése során létrehozott zártlancú, automatizált fotogrammetriai-geodéziai információs rendszer; *Geodézia és Kartográfia*, 36, 233-238.
- Homolya A (1987): Közműfelmérés automatizált feldolgozása és adatbank kialakítása a GRADIS-2000 interaktív grafikus rendszeren; *Geodinform*, XVIII. 6, 23-25.
- Homolya A (1995): A kataszterek térképi és leíró adatainak feldolgozása, problémák, lehetőségek, megoldások; *Geodézia és Kartográfia*, 47, 40-43.
- Csemniczky L, Homolya A (2001): A GRADIS-2000 interaktív grafikus rendszer rövid története; Fejezetek a térinformatika magyarországi történetéből a kezdetektől 2000-ig, *Bonaventura GIS Bt.* Budapest, 127-129.
- Kiss A, Czakó J, Csemniczky L, Deák O, Detrekői Á, Homolya A, Kis Papp L, Sárközy F (2002): A Tanszék Paksi Atomerőmű építésénél és üzeménél végzett műszaki ellenőrző, mérnökgeodéziai és fotogrammetriai feladatai; *Geodézia és Kartográfia*, 54, 10, 32-38.

# A PAKSI ATOMERŐMŰ LÉTESÍTMÉNYEINEK ÁLLAPOTFELMÉRÉSE HAGYOMÁNYOS ÉS DIGITÁLIS FOTOGRAMMETRIAI ELJÁRÁSSAL

Kis Papp László\*



*During the construction and implementation of the Paks Nuclear Power Station a unique photogrammetric-geodetic system has been developed by Geodetic Institute of BUTE – having significant impact for improvement of digital photogrammetry. Investments in reconstruction of traditional photogrammetric instrumentation made possible the solution of research and development problems, related to the actual tasks.*

**Keywords:** Nuclear Power Station, developments in digital photogrammetry

*A Paksi Atomerőmű építése során a BME Geodéziai Intézetben kifejlesztésre került számítógéppel vezérelt zártláncú automatizált fotogrammetriai-geodéziai rendszer jelentős előrehaladást jelentett a hagyományos és digitális fotogrammetria fejlesztésében. A rendszerhez kapcsolódó kutatási fejlesztési feladatok megoldása a műszertechnika jelentős fejlesztése révén valósulhatott meg.*

**Kulcsszavak:** számítógéppel vezérelt, fotogrammetriai-geodéziai rendszer

## 1 Bevezetés

A Paksi Atomerőmű építése során szükségessé vált olyan technológiai rendszer kifejlesztése, amely a tervezési, építési-szerelési beruházási és üzemeltetési irányú döntésekhez a létesítmény megvalósult állapotáról a telepítési geometriát tükröző információszolgáltatást biztosítja. Olyan komplex technológia kiépítésére volt szükség, amely az akkori idők legkorszerűbb háromdimenziós mérés-technikáján alapult. Ezen belül, mint a leghatékonyabb eljárást a fotogrammetriát, és mint legfejlettebb tervezési információs rendszertechnikát a számítógépes grafikát tükrözte.

## 2 A zártláncú fotogrammetriai-geodéziai rendszer felépítése

A zártláncú fotogrammetriai geodéziai rendszer alkotóelemeit a következő alapvető funkciók szerint csoportosíthatjuk:

- az adatfelvétel és adattárolás,
- az adatfeldolgozás,
- az eredmények megjelenítése.

Az **adatfelvétel** geodéziai, fotogrammetriai és interaktív módszerrel történt. A Paksi Atomerőmű építése során és a készre szerelt helyiségek adatfelvételeinél a fotogrammetriai módszernek volt kiemelt szerepe. A feladat jellegéből következően a felvételeket mono- és ikerkamerákkal, illetőleg digitális felvevőkamerával készítettük. Egyes kamaraként elsősorban az UMK kamerát, ikerkameraként a 120 cm fix bázison elhelyezett Zeiss ikerkamerát, digitális kameraként a CCD kamerát használtuk. A hagyományos felvételeket a pontossági igénytől függően üveglemezre, illetőleg mértartó filmre készítettük. A külső tájékozási adatok, valamint az illesztőpontok meghatározása mérőállomás segítségével történt.

Az **adatfeldolgozáshoz** az 1980-as években piacra került analitikus plotter szolgált. A tudományos-műszaki fejlődés az 1980-as évek elején jelentős változásokhoz vezetett a fotogrammetriai műszeriparban. A számítástechnika és a szervoelektronika rohamos fejlődése, a digitális felvevőrendszerek megjelenése új műszerkonstrukciók kialakulásához vezetett. Ezeknek a műszereknek a megjele-

\* BME Általános- és Felsőgeodézia tanszék  
H-1111 Budapest, Műgytem rkp. 3. K. mf. 16.  
E-mail: kispapp@agt.bme.hu



## Hivatkozások

### *References*

- Detrekői Á, Eöry K, Sárközy F** (1984): A Paksi Atomerőmű építése során létrehozott zártláncú, automatizált fotogrammetriai-geodéziai információs rendszer. Geodézia és Kartográfia, 4. sz.
- Homolya A** (1994): Digitális térképek előállítása IV. Országos Térinformatikai Konferencia kiadványa, Szolnok
- Kiss A** (1999): Építési munka minőségét befolyásoló szerkezeti mozgások és deformációk vizsgálata. PhD értekezés, Budapest

# A PAKSI ATOMERŐMŰ RT. TÉRINFORMATIKAI ADATBÁZISÁNAK KARBANTARTÁSA ÉS ADATGYŰJTÉSÉNEK JELENLEGI FELADATAI

Gazsó Márta\*



*Recent tasks of maintenance and data capture of geospatial database in the Paks Nuclear Power Plant Co. Ltd. – This paper summarises the development course of the geospatial database of the Paks Nuclear Power Plant. The data maintenance and the data service of the public utilities are also shown. The data structure, the data content and the tasks of the recently developed register of the area usage are also presented.*

**Keywords:** Geoinformatics, use of area

*Az írás összefoglaló képet ad a Paksi Atomerőmű térinformatikai adatbázis kialakulásának folyamatairól, az udvartéri közműnyilvántartással kapcsolatos adat karbantartási feladatokról, és az adat-szolgáltatás folyamatáról. Bemutatja a közelmúltban létrehozott területhasználati nyilvántartás segítségével megoldható feladatokat, felépítését és adattartalmát.*

**Kulcsszavak:** térinformatika, területhasználat

## 1 Bevezetés

A jól koordinált munkavégzés, és a vállalat szervezeti egységei által végrehajtandó feladatok összetettsége körültekintő figyelmet igényelnek. Az erőmű területe több mint 600 hektár, ennek áttekinthetőségéhez lényeges a térbeli elhelyezkedések és azok kapcsolat rendszereinek ismerete. A szervezetek munkáját megkönnyíti és gyorsítja a megbízható pontos információ, de ehhez elengedhetetlen a helyadat információ is.

Az Atomerőmű területén készített térképek a kezdetektől folyamatosan fejlődtek, bejárva azokat az állomásokat, amelyeket az állami földmérés és a hasonló ipari társaságok napjainkig szintén megtettek. „Ez egy olyan fejlődési folyamat, amelyben a technológia változásait a környezeti, első-sorban az informatikai technológia fejlődése mozgatott” (Németh 2001).

Bemutatom a területhasználati nyilvántartás létjogosultságát az épített környezetben. Ez a megoldás mind önkormányzati, mind nagy kiterjedésű ipari létesítmény esetén alkalmazható. A nyilvántartás elősegíti a helyfoglalással járó karbantartási, létesítési feladatok ütemezését, ütközésmentes koordinálását, mindezeket egy térképi alapú térinformatikai nyilvántartásban.

## 2 Történeti áttekintés

Az Atomerőmű beruházásának befejezése előtt - 1982 - igény volt a térképek digitális tárolására a generáltervezői feladatok ellátásához, ezzel elkezdődött a térinformatikai nyilvántartás kialakulása. A beruházás befejezése után a létesítmények és a közműrendszerek hiteles nyilvántartására és változás vezetésére volt szükség, a hozzátartozó műszaki adatokkal együtt.

Kezdetben a Contraves cég GRADIS 2000 rendszerrel digitalizálásra kerültek az üzemi térképek, amelynek elérhetősége csak Budapesten volt biztosított.

Az adatok folyamatos helyszíni elérhetőségének igénye miatt 1988-tól a digitális térképek átvásárlására kerültek ITR program alá, akkortól a helyszínen végezték az adatok folyamatos karbantartását. Ez a program nem volt alkalmas a kiegészítő információk tárolására. Ezért más megoldásra volt szükség.

1990-ben az Intergraph cég Microstation 3.3, 1992-ben a 4.0, 5.0 program verziókat használták. 1996-ban a digitális térképek feldolgozottsága elérte azt a szintet, hogy a szakági térképeket, és az összegyűjtött műszaki adatokat térinformatikai rendszerbe lehessen illeszteni.

\*Atomix Kft. (PA Rt.), 7030 Paks Pf:71.  
E-mail: gzsom@npp.hu

## Hivatkozások

### *References*

- Geoview Systems Kft.** (2002): Paksi Atomerőmű Rt. Udvartéri Térinformatikai Információs Rendszer - program dokumentáció, Budapest
- Németh A** (2003): Térinformatika az Atomerőműben, *Geodézia és Kartográfia*, 04, 24-29.
- Németh A** (2001): Digitális térképek a Paksi Atomerőműben, *Geodézia és Kartográfia*, 10, 16-20.
- Paksi Atomerőmű Rt.** (2003): PA Rt. Tulajdonú területek állandó és ideiglenes területhasználati igényeinek nyilvántartása, Eljárásrend, (Németh András), ELJ-MSZA-03-01

# REAKTOROK HELYZETMÉRÉSI EREDMÉNYEI – MÉRÉSI TECHNOLÓGIA ÉS A GYAKORLAT 1990-2004

Ábrahám György\*, Kovács Gábor\*, Németh András\*\*



**Results of reactor position measurements – measurement technology and practice 1990-2004** – The presented measurement technology is a unique geometric method among the maintenance services of the nuclear power station, which proved to be an applicable procedure in the field of high precision size control. The measurement method adapted for the VVER 440 type of reactor in the Nuclear Power Station Paks is an example of the cooperation between different technical areas and the applicability of engineering geodesy in the field of mechanical size control.

**Keywords:** engineering geodesy, reactor position measurements

Az ismertetett mérési technológia egy olyan egyedül álló geometriai helyzetmérési módszer az atomerőmű karbantartási tevékenységei között, amely bizonyította alkalmazhatóságát a nagypon-tosságú méretellenőrzések körében. A VVER 440 típusú reaktorok közül a Paksi Atomerőműre ki-dolgozott mérési módszer példa a különböző szakterületek együttműködésére, valamint a mérnök-geodézia felhasználhatóságára a gépészeti méretellenőrzések területén.

**Kulcsszavak:** mérnökgeodézia, reaktor helyzetmérés, zónakosár

## 1 Bevezetés

A mérnökgeodézia az a szakterület a geodézia területén belül, amely a mérnöki létesítményekkel kapcsolatos geometriai adatok meghatározására specializálódik. A létesítmény és alkotó elemeire biztosít adatokat a geometriai helyzetük vizsgálatához a tervezett mérettűrésük alapján.

A gépész technológia fogalmi használata szerint a rendszerelemeknek, vagyis a berendezéseknek és alkotóelemeiknek a geometriai adatait ismerni kell a különböző életciklusukban. A rendszer-elem életciklusa egy olyan folyamat, amely a tervezésükkel indul és a létesítésen keresztül az üze-meltetés indításával egészen annak leszereléséig tart. A mérnökgeodézia helye és szerepe a tervezett geometriai rend biztosításában könnyen érthető a kitűzések és ellenőrző mérések feladatainál, azon-ban az üzemeltetés során a karbantartási tevékenységek között már nem jellemző tevékenység. Az igény ilyenkor csak akkor vetődik fel, ha a mérendő geometriai adatok túllépik a gépész szakterület által biztosítható mérőeszközök mérési tartományait. Ilyen geometriai adat biztosítására történt mérési technológia kidolgozása a reaktor tartály nagyberendezéseinek karbantartási folyamatában a geometriai helyzet ellenőrzésére 1990-ben, amit akkor a Budapesti Műszaki Egyetem Finommecha-nikai Optikai Intézete dolgozott ki (Ábrahám et al. 1993). A mérési technológia eredményesen bi-zonyította helyét a karbantartási tevékenység támogatásában.

Bemutatom a mérnökgeodézia feladatai között a mérési technológia helyét, célját és elméleti megoldását a fontosabb elemek ismertetésével a gyakorlati tapasztalatok alapján.

## 2 A mérnökgeodézia szerepe a létesítmény életében

A mérnöki létesítmények és alkotóelemeik életében a mérnökgeodézia elsősorban a tervezéshez és a létesítéshez nyújt támogatást a tervezett geometriai rend biztosításával, de feladatai itt nem fejező-dnek be, folytatódnak a létesítmény fontosabb alkotóelemeinek (szerkezetek, berendezések) működé-sükhöz szükséges geometriai adatainak biztosításával, az előre megtervezett feltételek és az élettart-am gazdálkodási tevékenység igényei szerint.

A mérnökgeodézia feladatai:

1. Térbeli elhelyezés terv szerinti biztosítása (tervezési alaptérkép és kitűzés)

\*BME GPK MOMT, 1521 Budapest, Műegyetem rkp. E. ép III/13

\*\*PA Zrt. MŰVIGH MIG MFO ÉMO

E-mail: [abra@fot.bme.hu](mailto:abra@fot.bme.hu) – [anemeth@npp.hu](mailto:anemeth@npp.hu)

**Köszönetnyilvánítás.** Ez az előadás és annak szerkesztett változata a mérési technológiát kidolgozók és az Atomerőmű szakembereinek önzetlen szakmai támogatása alapján készült, amelyet ezúton is köszönök.

### **Hivatkozások**

#### ***References***

- Ábrahám Gy, Wenzel K, Kovács G, Antal Á** (1993): Development of Optical Telemetric Position Sensing Equipment for Nuclear power Station Reactors. 16 th Congress of the International Commission for Optics 9-13. August 1993. Budapest SPIE Vol. 1993. 971-972.
- Németh A, Tóth F., Szarka L** (2000): TGR-005 Karbantartási Utasítás – Reaktor Helyzetmérő Műszerrendszer (RHM) használata a reaktor belső berendezések helyzetméréséhez.

# NAGYPONTOSSÁGÚ GEODÉZIAI MÉRÉSEK VÉGREHAJTÁSA A PAKSI ATOMERŐMŰ REAKTORAINAK TERVSZERINTI KIVITELEZÉSÉNél

Czellár András\*, Zergi István\*



*Precise geodetic surveys when constructing the reactors of Paks Atomic Power Station according the design – The article briefly describes the precise engineering surveys applied in the Reactor Block IV, as a result of that the positions of the reactor elements built in at various levels were controlled.*

**Keywords:** engineering surveys, procedures for determining new survey points (intersection), coordinate transformation

*A tanulmány röviden bemutatja a Paksi Atomerőmű 4. sz. reaktorblokkjában alkalmazott nagypon-  
tosságú ipari geodéziai méréseket, melyek eredményeként a különböző szinteken beépítésre kerülő  
reaktorelemek tervszerinti elhelyezését irányítottuk.*

**Kulcsszavak:** mérnökgeodézia, pontmeghatározási eljárások (előmetszés), koordináta-  
transzformáció

## 1 Bevezetés

A Miskolci Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszéke az 1980-as években közel egy évtize-  
den keresztül közreműködött a Paksi Atomerőmű beruházásának kivitelezési munkálataiban nagy-  
pontosságú geodéziai mérések elvégzésével.

Az erőmű üzembe helyezések évfordulójára meghirdetett konferencián munkánkról, valamint  
tapasztalatainkról előadásban számoltunk be, és jelen tanulmányunkban ismertetjük a 4. sz. reaktor-  
bloknál alkalmazott mérési, és számítási eljárásokat. A mérési módszer természetesen az előző  
blokkoknál már megszerzett tapasztalatok alapján alakult ki, és véleményünk szerint itt jutottunk el  
az optimális megoldáshoz (Czellár és Zergi 1987).

A reaktor függőleges elhelyezését, melynek magassági mérete közel 20 m. A reaktortesthez kü-  
lönözött magasságokban mechanikai elemek (pl. primer- és szekunderköri vezetékek, stb.) csatla-  
koznak, és emellett a kezelőszinten a reaktorblokk felett technológiai műveleteket (pl. kiégett fűtő-  
anyag-kazetták víz alatti kiemelését, illetve cseréjét, stb.) kell elvégezni.

Mindezek azt kívánják, hogy a különböző szintekhez tartozó tengelyirányok azonos függőleges  
símban legyenek kitűzve. Pontossági igény, hogy a különböző szinteken kitűzött tengelyrendszerek  
megfelelő tengelypontjainak függőleges siktól való eltérése – a közel 10 m átmérőjű kör területén  
mérve – nem haladhatja meg a  $\pm 0,7$  mm-es értéket.

## 2 A feladat ismertetése

A 4. sz. reaktorblokk + 6,00 m-es szinti, + 10,50 m-es osztószinti és a + 24,00 m-es úgynevezett  
kezelőszinti tengelyrendszereinek méréseit 1987. év folyamán végeztük.

Feladatunk volt a + 6,00 m-es szinten a reaktortesten állandósított gyári tengelyjelek, az osztó-  
szinten a blokk falára felhegesztett „fülek”-en állandósított megvalósulási tengelyek pontjainak  
bemérése, valamint koordinátaiknak meghatározása, egységes rendszerbe történő transzformálása,  
kapcsolódva a + 24,00 m-es kezelőszinti hálózathoz.

A geodéziai mérések további célja volt az egyes szinteken állandósított tengelyek egymáshoz vi-  
szonyított helyzetének, valamint a különböző szinteken elhelyezkedő tengelyrendszerek kölcsönös  
helyzetének meghatározása.

\*Miskolci Egyetem, Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék

3515 Miskolc, Egyetemváros

E-mail: gbmca@gold.univ-miskolc.hu

gbmzi@gold.univ-miskolc.hu

## Hivatkozások

### *References*

**Czellár A, Zergi I** (1987): A Paksi Atomerőmű reaktor-berendezéseinek helyzetellenőrző mérései, és a mérési eredmények feldolgozása. Kutatási részjelentés (NME Geodéziai és Bányamérési Tanszék, 1987. március)

# DEFORMÁCIÓ VIZSGÁLATOK GEODÉZIAI MÓDSZEREI

Bányai László\* és Mentés Gyula\*



*Geodetic methods of deformation investigations – The application of free network method for deformation investigations is summarised. The main conclusions of levelling and GPS measurements are presented according to the investigations in Ófalu. The geodynamic network and the results around the Paks Nuclear Power Plant Co. Ltd. are also summarised. The attention has been drawn for the application of tilt meters in engineering geodesy as well.*

**Keywords:** deformation, levelling, GPS, tilt meter

*Röviden ismertettük a deformáció vizsgálatoknál alkalmazott szabadhálózatos adatfeldolgozási módszert. A szabatos szintezések és a GPS mérések legfontosabb tapasztalatait az ófalui mérések segítségével mutattuk be. A PA Rt. telephely geodinamikai hálózatát és az eddigi mérés eredményeit is összefoglaltuk. Az eddigi tapasztalataink alapján felhívtuk a figyelmet a dőlésmérők mérnökgeodéziai alkalmazására.*

**Kulcsszavak:** deformáció, szintezés, GPS, dőlésmérő

## 1 Bevezetés

Intézetünk az MTA GGKI a Paksi Atomerőmű környezetének geodinamikai vizsgálatába a csernobili balesetet követő időszakban kapcsolódott be, amelynek fő feladatát az erőmű földrengés veszélyeztettségének magyar szakértők által történő újraértékelése jelentette. A feladathoz kapcsolódó geodéziai vizsgálatok célját mind a mai napig az erőmű környezetében tellurikus és szeizmikai vizsgálatok alapján kimutatott törésvonalakhoz kapcsolódó felszíni deformációk (és mozgások) meghatározása jelenti.

A vizsgálatok kezdete óta a geodézia eszköztára és módszerei is jelentős fejlődésen mentek keresztül. A hagyományos szabatos geodéziai módszerek mellett az új GPS technológia megjelenése jelentette a legnagyobb kihívást. A legpontosabb geodézia technológiát még ma is a szabatos szintezés jelenti, ahol a hagyományos felsőrendű szintező műszereket digitális műszerek váltották fel. Ez lényegesen felgyorsította a még ma is költségesnek számító szabatos szintezést. A korábbi szabatos teodolitok és távmérő műszerek digitális mérőállomásként születtek újjá. Ezek a GPS technológia elterjedésével egy sikeres vetélytársa is találtak, különösen az alaphálózatok létrehozása és sűrítése területén.

Az említett eszközök geodinamikai alkalmazása során nagyon sok hasznos szakmai tapasztalatra tettünk szert, amelyben jelentős szerepet játszott a PA Rt. és jogelődjei által megrendelt vizsgálatok végrehajtása is. Az atomerőmű környezetének vizsgálata mellett a kis és közepes rádióaktivitású hulladéktároló tervezése során a Mecsekalja törésvonal mentén végzett vizsgálatok is nagyon hasznosnak bizonyultak.

Ebben a dolgozatban ezeket a tapasztalatokat szeretnénk bemutatni és felhívni a figyelmet egy új műszaki lehetőségre, a modern fűrőlyuk dőlésmérők mérnökgeodéziai alkalmazására.

## 2 A hálózati mérések deformáció vizsgálati feldolgozása

A deformáció vizsgálati célú geodéziai hálózat mérések feldolgozásának a matematikai eszköztára talán az egyetlen olyan terület, amely lényegében változatlanak tekinthető. Az új kihívásokat az újabb mérési technológiák megjelenése és a legalkalmasabb módszerek adaptációja jelentette.

A deformáció vizsgálat az ismételt hálózati mérések megfelelő feldolgozásán alapszik, függetlenül a hálózati alappontok között mért geometriai elemek fajtájától. Ezek akár a műholdakra vonatkozó megfigyelések, vagy azokból levezetett vektorok is lehetnek (1. ábra).

\*MTA GGKI, 9400 Sopron, Csatka u. 6-8.

E-mail: banyai@ggki.hu

E-mail: mentes@ggki.hu



## Hivatkozások

### References

- Bányai L, Faludi S, Rákóczi J, Sipos Gy, Szádeczky-Kardoss Gy** (1990): Lokális geodinamikai hálózaton végrehajtott GPS kísérleti mérések eredményei. 9. Kozmikus Geodéziai Szeminárium előadásainak gyűjteménye, Budapest
- Detrekői Á** (1991): Kiegyenlítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Mentes Gy, Fabian, M** (2001): Investigation of ground and object motions at the TV tower in Sopron, Hungary. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, Vol. 36(4), pp. 391-398.
- Mentes Gy** (2002a): Monitoring of Building and Related Ground Motions by Tiltmeters. In: Kahmen, H. Niemeier, W. Retscher, G. (Eds.): *Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering II.*, Department of Applied and Engineering Geodesy, Institute of Geodesy and Geophysics, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, (ISBN 3-9501492-1-X), pp. 18-26.
- Mentes Gy** (2002b): Földcsuszamlás monitorozása fúróluk dőlésmérőkkel. *Geomatikai közlemények V.* MTA FKK Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron, pp. 91-97.
- Mentes Gy** (2002c): Monitoring of Local Geodynamical Processes by Borehole Tiltmeters in the Vicinity of the Mecsekalfault in Hungary. In: Kahmen, H. Niemeier, W. Retscher, G. (Eds.): *Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering II.*, Department of Applied and Engineering Geodesy, Institute of Geodesy and Geophysics, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, (ISBN 3-9501492-1-X), pp. 278-287.
- Mentes Gy** (2003): Monitoring local geodynamical movements and deformations by borehole tiltmeters in Hungary. *Proceedings of the 11th FIG Symposium on Deformation Measurements*, Santorini, Greece, pp. 43-50.
- Mentes Gy** (2004a): Measurement and Analysis of Cyclic Deformations and Movements of the TV Tower in Sopron. 1st FIG International Symposium on Engineering Surveys for Construction Works and Structural Engineering. Workshop on Measurements and Analysis of Cyclic Deformations and Structural Vibrations. University of Nottingham, Nottingham, United Kingdom, 28 June – 1 July 2004. CD, International Federation of Surveyors, Frederiksberg, Denmark (ISBN 87-90907-35-3), [www.fig.net/nottingham/technical/programme.htm](http://www.fig.net/nottingham/technical/programme.htm) TS8.2 pp. 1-13.
- Mentes Gy** (2004b): Health Monitoring of structures Using Natural Effects as Excitation Signal. *Proceedings of the 3rd International Conference on Engineering Surveying and FIG Regional Conference for Central and Eastern Europe INGeo 2004*. November 11-13, 2004. Bratislava, Slovakia, CD, International Federation of Surveyors, Frederiksberg, Denmark (ISBN 87-90907-34-5), [www.fig.net/pub/bratislava](http://www.fig.net/pub/bratislava) TS5. pp. 1-9.
- Mentes Gy** (2005a): Investigation of the deformations and movements of the TV tower in Sopron influenced by weather variations and ground motions. In: Eds.: R. Flesch, H. Irschik, M. Krommer: *Proceedings of the Third European Conference on Structural Control*. Vienna, Austria, July 2004, *Schriftenreihe der Technischen Universität Wien*, (ISBN-3-901167-90-0), Volume II. pp. S6-72-75.
- Mentes Gy** (2005b): A soproni Kecske templom mozgásvizsgálata folyamatos dőlésméréssel. *Geomatikai közlemények VIII.* Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron, pp. 143-150.
- Mikhail E M** (1976): *Observations and least squares*. IEP-A Dun-Donnelley Publisher, New York

# NEM TELJES RANGÚ GAUSS-MARKOV MODELL MINIMUM NORMÁS BECSLÉSE

Závoti József\*



*Minimum norm estimation of the non-full rank Gauss-Markov model – The spectral analysis, the singular value decomposition (SVD) of the design matrix is one of the up-to-date methods among the geodetic adjustment procedures. Studying the SVD method it was concluded that there are matrices which are ill-conditioned even with respect to the SVD decomposition. It was shown that one class of symmetric matrices in the geodesy, namely the normal matrices of levelling networks, is well-conditioned with respect to the singular values. They are less sensitive to the changes of the matrix elements.*

**Keywords:** Gauss-Markov model, least-squares methods, principal component estimations

A geodézia korszerű kiegyenlítő számítási módszerei közé tartozik a spektrálanalízis, az alakmátrix szinguláris érték szerint felbontása (SVD – Singular Value Decomposition). Az SVD tanulmányozása során arra a következtetésre jutottunk, hogy léteznek mátrixok, amelyek éppen a sajátértékfeladat megoldására gyengén meghatározottak. A geodéziában előforduló szimmetrikus mátrixok egy osztályáról, a szintezési hálózatok normálmátrixairól, sikerült kimutatni, hogy annak sajátértékei jól meghatározottak, azaz kevésbé érzékenyek a mátrix elemeinek kis megváltoztatására.

**Kulcsszavak:** Gauss-Markov modell, legkisebb négyzetek módszere, minimum norma, főkomponens becslések

## 1 Bevezetés

A sajátvektorok nem minden esetben folytonos függvényei a mátrix elemeinek, ezért a mátrix egyes elemeit kissé megváltoztatva, a sajátvektorok nagy megváltozása fordulhat elő. Sikerült bizonyítani, hogy a sajátértékek érzékenysége attól függ, hogy mennyire különböznek a szomszédos sajátértékektől. Ha a sajátértékek jól elkülönítettek, akkor az hozzájuk tartozó sajátvektorok is jól meghatározottak.

A szinguláris érték szerint felbontás (SVD – Singular Value Decomposition) módszer szerinti megoldás középpontja igen nagy, ha a legkisebb nemnulla sajátérték közel van a nullához. A robusztus becslésekhez hasonlóan kidolgoztunk egy olyan új iterációs eljárást, amely az módszer középpontját minimalizálja. A javított becslés az eredeti SVD megoldás súlyozott lineáris kombinációja. A levezetett súlyozás a kombinatív főkomponens becslésnél és az egyparaméteres főkomponens becslésnél is kisebb középpontot ad.

## 2 Matematikai modell

A geodéziai alkalmazások területén is nagy érdeklődés mutatkozik a szinguláris értékek szerinti felbontás iránt. Több publikációban – például Perelmutter (1979), Jia (1987) és Yang (1989) – tárgyalták az SVD módszer kiegyenlítő számításokban való alkalmazását. A robusztus becslések témakörében is találkozhatunk SVD-vel kapcsolatos kísérletekkel. A nem teljes rangú Gauss-Markov modellek alkalmazásával Koch (1987) foglalkozott. Az  $L_p$  normás becslések lineáris konform leképezésekre való alkalmazását Somogyi és Závoti (1996), valamint Závoti (1999) tárgyalta. Az SVD-vel folytatott kísérletekről jó áttekintést ad Qingming és Xurong (1993). Tekintsük a Gauss-Markov (GM) matematikai modellt:

$$\mathbf{y} = \mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{v} \quad , \quad \mathbf{D}(\mathbf{v}) = \sigma^2 \mathbf{P}^{-1} \quad , \quad \mathbf{E}(\mathbf{v}) = \mathbf{0} \quad , \quad (2.1)$$

## Hivatkozások

### *References*

- Ben-Israel A, Greville T** (1974): Generalised inverses: theory and applications, J. Wiley, New York.
- Jia Z Z** (1987): Combinative principal components estimate for regression parameter, J. of Matematical Statistics and Applied Probability, 2, 257-366.
- Koch K-R** (1987): Parameter estimation and hypothesis testing in linear models, Springer-Verlag.
- Penrose R** (1955): A generalized inverse for matrices, Proc. Cambridge Phil. Soc., 51
- Perelmutter A** (1979): Adjusment of free networks, Bulletin Geodesique, 4.
- Popper Gy, Csizmas F** (1993): Numerical methods for engineers, Publising House of the Hungarian Academy.
- Qingming G, Xurong D** (1993): A class of biased estimates for  $LN$  estimations problem: a class of biased estimates for improving  $LN$  estimates, Manuscripta Geodaetica, 18, 1-9.
- Somogyi J, Závoti J** (1996): A comparison of weight-functions in robust regression using iteratively reweighted least squares, Acta Geod. Geoph. Hung., 31, 11-24.
- Yang H** (1989): A single parametric principal components regression estimator, J. of Applied Mathematics, 11, 169-180.
- Závoti J** (1995): Application of wavelet transform for compression of signals used in geographic information systems, Acta Geod. Geoph. Hung., 30, 217-225.

# ÁLTALÁNOSÍTOTT BILINEÁRIS SPLINE APPROXIMÁCIÓ

Polgár Rudolf\*



**Generalized bilinear spline approximation** – In this paper a new method of spline approximation is given, which is applicable for robust estimators. The constructed bilinear spline approximation is continuously differentiable to second order. The model computations have shown that the method is suitable for the accurate determination of the velocity and acceleration vectors in mechanical problems. Because of the good characteristic of the method, e.g. fast convergence, it seems to be widely applicable in engineering problems.

**Keywords:** spline, interpolation, approximation, regression, robust estimators, surface determination, contour maps



Műszaki, gazdasági jelenségek vizsgálatánál gyakran van arra szükség, hogy a mért adatokat egy alkalmasan választott függvénnyel valamilyen elv alapján közelítsük. Egy sztochasztikus szimulációs feladat kapcsán megadunk egy új approximációs bilineáris spline módszert, amely alkalmas robusztus becslésre, és előnyös tulajdonságai alapján széleskörű alkalmazásra találhat.

**Kulcsszavak:** spline, interpoláció, approximáció, regresszió, robusztus becslés, felület meghatározás, térkép szintvonal

## 1 Bevezetés

Műszaki, fizikai alkalmazások vizsgálatánál, térképészetben nagy jelentőséggel bír az összegyűjtött nagy adatszámú minták főbb jellemzőinek a becslése. Ennek egyik egyszerű módszere a regressziós modell alkalmazása. Itt az adatpontok geometriai elhelyezkedése alapján választunk egy úgynevezett lehetséges regressziós felületet, ami rögtön azt is jelzi, hogy megoldásunk nem egyértelmű. A feladatunkban legyen adott  $N$  pont,  $(x_i, y_i, f_i)$ , ahol  $i=1, 2, \dots, N$ , és legyen adott  $g(x, y)$  regressziós függvény. Ekkor a legkisebb négyzetek módszere alapján keressük a

$$\sum_{i=1}^N (f_i - g(x_i, y_i))^2 = \min_g \quad (1.1)$$

megoldását, a  $g(x, y)$  függvényseregére nézve.

Egy másik lehetséges mód az interpolációs- ill. approximációs-módszerek alkalmazása. Interpoláció alatt  $f(x, y)$  függvény előállítását értjük a diszkrét  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N)$ , pontokban adott  $f_1, f_2, \dots, f_N$  értékekből. Általában ennek sincs egyértelmű megoldása, hanem megelégedünk egy alkalmas polinommal, amely valamilyen adott értelemben a vizsgált tartományon legjobban közelíti a vizsgált függvényt. Ezen interpolációs módszerek során fellépő nem kívánatos oszcillációt, és polinom fokszámának növelésével járó nagy számítási műveletigényt elkerülhetjük a spline-interpolációval. Ebben az esetben olyan  $l$ -szer folytonosan differenciálható  $g(x, y)$  függvény megadását értjük, amely megoldása a

$$\delta(g) = \iint_T \left( \partial_x^l g \right)^2 + \left( \partial_y^l g \right)^2 dT = \min_{W_2^l} \quad (1.2)$$

feladatnak, ahol  $W_2^l$  a négyzetesen integrálható,  $l$ -szer folytonosan differenciálható függvények terét jelöli. Ha  $l < N$ , akkor a megoldás egyértelmű lásd Sard és Weintraub (1971) bizonyítását, részintervallumonként előállított legfeljebb  $(2l-1)$ -ed fokú egymáshoz simán csatlakozó polinomokkal. Leggyakrabban az  $l=1$  vagy  $l=2$  feladat megoldásával foglalkozunk.

Amennyiben az  $f(x, y)$  függvény  $(x_i, y_i)$  rácpontbeli értékei nem pontosak, hanem hibával torzítottak, akkor ún. approximációs módszerrel valamilyen értelemben legjobban közelítő megoldást keresünk,

## Hivatkozások

### *References*

**Sard A, Weintraub S** (1971): A book of splines, *John Wiley and Sons, Mc.* New York

**Nagy D, Franke R, Battha L, Kalmár J, Papp G, Závoti J** (1999): Comparison of Various Gridding Methods, *Acta Geod. Geph. Hung.*, 41-47.

# AZ EGÉSZ HÉRON-HÁROMSZÖGEK FOGALMA ÉS SZERKESZTÉSE

Fekécs Sándor\*



*The Integer Heron Triangle (HT) has integers as the lengths of its sides - Its area is also an integer, none of its angles is a right-angle, that is, it is an oblique-angled triangle. Its name originates from the Greek mathematician Heron. The existence of HT is a natural consequence of the existence of Pythagorean Triangles (PT). From the work of G. Bacheton (1621) we know how to construct a Heron Triangle from a Pythagorean Triangle. This procedure of C.G. Bacheton is performed using the principle of coincidence.*

**Keywords:** Pythagorean triples of integers, Heron-triangles, geometric coincidence

*Az Egész Héron Háromszögnek (HH) az összes oldalhosszai egész számok, a területe úgyszintén egész számú, nincs derékszöge, vagyis ferdeszögű háromszög. A nevét Héron alexandriai görög matematikusról kapta. A HH a Pitagorasz-háromszögek (PH) létezésének a természetes következménye. C. G. Bacheton munkájából (1621) ismerjük a Héron-háromszögnek a Pitagorasz-háromszögekből való képzését. C.G. Bachetonnak ezen eljárása az illesztés.*

**Kulcsszavak:** Pitagorasz számhármassok, Héron-háromszögek, geometriai illesztés

## 1 Bevezetés

### Illesztés

Az illesztés geometriai művelet, amelynek során a két illesztendő Pitagorasz-háromszögnek egy-egy befogóját egymásra helyezve, kölcsönös fedésbe hozzuk egymással. Az illesztéshez tehát egy-egy befogó egyeztetése szükséges.

A korszerű matematika módszerei lehetővé teszik, hogy az illesztést virtuális elv szerint, mátrix-rendszerben végezzük el (Ore 1977, Dickson 1967). A geometriai szerkesztés tehát virtuálisan történik, a folyamatokat és az eredményeket pedig mátrix-szerkezetben jelenítjük meg. E mátrixok vektoros adatszerkezetekből állnak. Az adatok az illesztett Pitagorasz-háromszögek és a nyert Héron-háromszögek alkotórészeiből kerülnek ki. Ez az új eljárás a Héron-háromszögek második fénykorát hozhatja el. Az illesztéssel szerkesztett Héron-háromszögek öröklik a Pitagorasz-háromszögek tulajdonságait, a derékszög kivételével. Ezen körülmény igen hasznos a Héron-háromszögek képzésénél, rendszerezésénél. Az illesztés eredménye, hogy a két Pitagorasz-háromszög összeadása vagy kivonása során a derékszög eltűnik. A három oldal, a terület, és egy vagy több magasság is egész számú lesz.

A mátrix szerkesztésében és a műveletek sorrendjében a precedencia-szabály balról-jobbra, fentről lefelé haladás, értendő. A mátrix vektorai és elemei elsőbbségi sorrendjüket e szabályból és a keletkezésük sorrendjéből kapják. A mátrix vektorainak és elemeinek itt természetesen, sajátos jelentésük és sajátos rendeltetésük van.

Az vektorok elemei: a háromszög három oldala, a három magassága, oldaldarabok, szögmértani számok, terület, átmérők, sugarak és számértékek. Ezek a műveletekben elemenként vesznek részt. Egyes elemek végleges eredmények, és a mátrixban elfoglalt helyük a tárolásukat szolgálja. A mátrixban a műveletek sorrendje áttekinthető, a szabályok szembetűnők, a rendszerezés egyszerű.

Első lépés a Pitagorasz-háromszögek rendezése. A rendezést az átfogók nagysága szerint végezzük. Az így rendezett Pitagorasz-háromszögek az angol abc nagybetűit kapták azonosítónak. Az illesztésbe az első 14 Pitagorasz-háromszöget vontam be. Ezekkel az összes lehetséges és szükséges illesztéseket elvégeztem.

\* okl. földmérőmérnök

## Hivatkozások

### *References*

- Ore O.** (1977): Bevezetés a számelmélet világába, *Gondolat*, Budapest.  
**Dickson** (1967): History of the Theory of Numbers, 2, Yale University.

# A NEHÉZSÉGI ERŐTÉR NEM ÁRAPÁLY JELLEGŰ IDŐBELI VÁLTOZÁSAINAK VIZSGÁLATA

Völgyesi Lajos<sup>1,2</sup>, Tóth Gyula<sup>1,2</sup>, Csapó Géza<sup>3</sup>, Szabó Zoltán<sup>3</sup>



*Investigation of non tidal variations of gravity. In our investigations such a geological and geophysical models were investigated which may have an important role in non tidal variation of gravity field. Absolute and relative gravity measurements were carried out to demonstrate and check the time variations of gravity. Special points were chosen for these investigations where former gravity measurements are available. Gravity effects of different types of moving vadose and underground water were investigated and the connection of time variation of gravity field and the Pannonian sediment's thickness were studied. It was proved, that gravity gradients have the advantage over gravity measurements that certain gravity gradient combinations are insensitive to surface movements, thereby allowing the time variation of the gravity field to be determined without repeated height measurements.*

**Keywords:** time variation of gravity, vertical surface movements, rock compaction, gravity effect of ground water fluctuation, time variation of gravity gradients, relative and absolute gravity measurements.

A nehézségi erőter időbeli változásával kapcsolatos kutatásaink során olyan lehetséges geológiai, geofizikai modelleket tanulmányoztunk, amelyek a nehézségi erőter időbeli változásában szerepet játszhatnak. A nehézségi erőter változásainak kimutatására illetve ellenőrzésére méréseket is végeztünk. A részben abszolút, részben relatív módszerrel végrehajtott graviméteres mérésekre elsősorban olyan pontokon került sor, amelyeken korábban már hosszabb időn át tartó nagy pontosságú abszolút és relatív mérések történtek, és így lehetőség nyílt a változások megfigyelésére. Vizsgáltuk a különböző földfelszíni és felszín közeli vizek mozgásának gravitációs hatását, a pannon üledékrétegek vastagságának és a nehézségi erőter időbeli változásának kapcsolatát. Kimutattuk, hogy a nehézségi erő gradienseinek az előnye a nehézségi gyorsulás mérésekkel szemben az, hogy bizonyos gradiens kombinációk érzéketlenek a felszín elmozdulására és így lehetővé teszik a nehézségi erőter időbeli változásának meghatározását ismételt magasságmeghatározás nélkül is.

**Kulcsszavak:** nehézségi erőter időbeli változása, függőleges felszínmozgások, közettömörödés, talajvízszint ingadozás gravitációs hatása, a nehézségi gradiensek időbeli változása, relatív és abszolút graviméteres mérések.

## A nehézségi erő változását befolyásoló földtani tényezők vizsgálata

A graviméteres mérések pontossága napjainkra igen magas szintet ért el. Emiatt a  $\mu\text{Gal}$  méréstartományban már feltétlenül vizsgálnunk kell mindazokat a külső körülményeket, amelyek befolyásolhatják a mért nehézségi értékeket. E hatásokat elsősorban akkor kell figyelembe vennünk, amikor a mért nehézségi erő változásából a Föld belsejében történő geodinamikai folyamatokra akarunk következtetni.

Ebből a szempontból igen fontos a függőleges felszínmozgás vizsgálata. A szintezési alapok esetleges alapozási problémáitól eltekintve a függőleges kéregmozgásként (felszínmozgásként) értelmezett magasságváltozások olyan nagyrészt fiatal üledékekkel borított területen, mint a Pannon-medence, két okra vezethetők vissza: egyrészt az üledékek tömörödésére, másrészt a szerkezeti mozgásokra. Tekintettel arra, hogy az ország területének több mint 70 százalékát fiatal, konszolidálatlan üledékek borítják, ezek anyagától és korától függő tömörödése nyilvánvalóan befolyá-

<sup>1</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Általános és Felsőgeodézia Tanszék

<sup>2</sup> Magyar Tudományos Akadémia Felsőgeodéziai és Geodinamikai Kutatócsoport  
H-1521 Budapest, E-mail: volgyesi@eik.bme.hu, gtoth@sci.fgt.bme.hu

<sup>3</sup> Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz utca 17-23. E-mail: csapo@elgi.hu



**Köszönetnyilvánítás.** Kutatásaink 2002 és 2005 között a T-037929 sz. OTKA támogatásával folytak.

## **Hivatkozások**

### ***References***

- Csapó G, Szabó Z, Völgyesi L** (2003): Changes of gravity influenced by water-level fluctuations... Reports on Geodesy Warsaw Univ. of Technology 64 (1): 143-153
- Csapó G** (2004): Felszínmozgások komplex vizsgálata Debrecen térségében. A T031875 sz. OTKA zárójelentése
- Csapó G, Völgyesi L** (2005): Geodéziai és geofizikai módszerek együttes alkalmazása a nehézségi erőter időbeli változásainak vizsgálatára, Geomatikai Közlemények VIII: 191-198
- Jámbor Á** (1985): Magyarázó Magyarország pannóniai képződményeinek földtani térképeihez (1:500 000). MÁFI
- Tóth Gy, Völgyesi L, Cerovsky I** (2004): Modelling time variation of gravity gradients... Reports on Geodesy Warsaw Univ. of Technology 69 (2): 309-314
- Tóth Gy** (2005): The gradiometric-geodynamic boundary value problem, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York; Series: IAG Symposia, Vol. 129: 352-357
- Völgyesi L, Szabó Z, Csapó G** (2004): Relation between the geological conditions and vertical surface movements in the Pannonian basin, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York; Series: IAG Symposia, Vol. 129: 358-363
- Völgyesi L, Tóth Gy** (2004): Modelling gravity gradient variation due to water mass fluctuations, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York; Series: IAG Symposia, Vol. 129: 364-368
- Völgyesi L, Csapó G, Szabó Z** (2005): Relation between time variation of gravity and pannonian sediment thickness in the Carpathian basin., Reports on Geodesy, Warsaw University of Technology, 73 (2): 255-262

# A KÁRPÁT-MEDENCE 1900-2005 KÖZÖTTI FÖLDRENGÉSEINEK STATISZTIKAI ELEMZÉSE

Kiszely Márta\*



**The statistical analysis of earthquakes of Carpathian Basin between the years 1900-2005 –** This paper analyses the diurnal, weekly, and seasonal distributions of earthquakes occurred in the Carpathian Basin. Also the effect of the Moon has been investigated by using the syzygy method. Firstly all the events of the catalogue have been used, secondly only the  $M_L > 3,2$  main shocks. The diurnal distributions of the earthquakes show a difference before and after the year about 1960. A daily (13'clock) maximum in the diurnal distribution of earthquakes appear which differs one hour between the summer and winter periods of year. The weekly distribution shows a maximum on Thursday, while the monthly in March and August. These maximums may be connected to concrete events. The number of earthquakes relative to different Moon phases and to the Earth-Moon distance has also been investigated based on the syzygy theory. Contrary to the theory more quakes have been found during first quarter Moon phase.

**Keywords:** diurnal, weekly, seasonal, distribution, earthquakes, syzygy

A Kárpát-medence 1900-2005 között kipattant földrengéseinek statisztikai vizsgálata során elemeztem a földrengések napi, heti és havi eloszlását az összes katalógusbeli földrengés, külön a főrengések, és az  $M_L > 3,2$  méretű főrengések esetén. Hodográfban megjelenítve kitűnik hogy az 1960-as évekig az éjszakai, utána a nappali földrengések vannak túlsúlyban az összes rengést tekintve. Az 1960-as évek után megjelenik egy 13 óra körüli napi maximum, ami a nyári és a téli félévben egy órával eltér. Ennek oka nem tisztázott. A hét napjai közül a csütörtöki maximum, és a havi eloszlásban a márciusi és augusztusi maximum 1-1 nagyobb rengéshez köthető. Külön elemeztem a Hold hatását, a Hold különböző fázisaira esett földrengések száma, és a Hold-Föld távolság alapján a syzygy-elméletből kiindulva. Az elmélettől eltérően az első negyed idején van több rengés.

**Kulcsszavak:** napi, heti, havi, eloszlás, földrengések, syzygy

## 1 Bevezetés

Magyarország nem tartozik a földrengésektől erősen veszélyeztetett területek közé, de azért nem teljesen ismeretlen előttünk ez a természeti jelenség. Havonta előfordul 2-3, csak műszerekkel regisztrálható földrengés. Évente néhányszor emberek által is érezhető földrengés is kipattan. 1900 óta mintegy 3800 földrengés keletkezett a Kárpát-medencében és szűkebb környezetében: 44°É-49°É - 16°K-24°K között. A vizsgált terület kiválasztása megfelel a térségünket szeizmicitásuk alapján 3 különböző részre bontó felosztás közül (Pannon-medence, Vrancsaföld, DK-Alpok és Dinári-hegység; Tóth et al. 1998) a Pannon-medencének (1. ábra). Több cikk foglalkozott már Magyarországon szeizmicitásának elemzésével (Horváth 1984; Bodri 1999; Tóth 2002). A Pannon-medencében a földrengések eloszlása meglehetősen szórt, nem mutat egyértelmű korrelációt szerkezeti vonalak, törésszerekkel, és a geológia is összetett. Feltételezhető hogy a kéreg itt több tektonikai elemre osztható, és a deformációk, amik végső soron az afrikai és eurázsiai lemez ütközése miatt lépnek fel, a mai napig halmozódnak (Bada et al. 1998).

A földrengéseket nem tudjuk előre jelezni, de statisztikai elemzésük segítségével jobban megismerhetjük természetüket. E cikkben a magyarországi földrengés katalógust statisztikai szempontok szerint elemeztem. Ennek során a katalógusbeli összes földrengés, és felbontva a főrengések és utórengések, valamint az  $M > 3,2$  méretű rengések napi, havi és heti eloszlását vizsgáltam. Az elemzés során hisztogramokat és hodográfokat használtam. A Schuster-teszt segítségével ellenőriztem hogy mutatnak-e valamilyen periodicitást az adatok.

## Hivatkozások

### References

- Bada G, Cloetingh S. A. P.L, Gerner P, and Horváth, F** (1998): Sources of recent tectonic stress in the Pannonian Region: inferences from finite element modelling, Cenozoic stress field evolution in the Carpathian basin and surrounding Geophys. J. Int. 134, 87-101.
- Berkland J**, Earth prediction Newsletter Syzygy; URL: <http://syzgyjob.com/>
- Bodri B** (1999): Földrendések fraktálanalízise. Az ismétlődési időtartamok eloszlásáról. Magyar Geofizika 40. évf. 1. 12-22.
- Duma G** (1999): Geomagnetic secular variation and an interesting relation to earthquake activity, Symposium: Results in Magnetotellurics, Aeronomy and Geomagnetism, October 14-15, 1999, Sopron, Hungary
- Duma G and Rhuzin Y**, (2003): Diurnal changes of earthquake activity and geomagnetic Sq-variations, Natural Hazards and Earth System Sciences, 3, 171-177.
- Gutenberg B, Richter C F** (1944): *Bull. Seismol. Soc. Am.* 34, 185-188.
- Horváth F** (1984). Neotectonics of the Pannonian basin and the surrounding mountain belts: Alps, Carpathians and Dinarides. *Ann. Geophys.*, 2/2, 147-154.
- Katao H, Sumitomo N** (1997): Relation between tide and microearthquake activity, *Abstracts of Japan Earth and Planetary Science Joint Meeting*, 94.
- Kiszely M** (2001): Discriminating quarry-blasts from earthquakes using spectral analysis and coda waves in Hungary. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, Vol. 36(4), pp. 439-449
- Lin C H, Yeh Y H, Chen Y I** (2003): Earthquake Clustering Relative to Lunar Phases in Taiwan, TAO, Vol. 14, No. 3, 1-10 September 2003.
- Lipovics T** (2001): The effect of geodynamic processes on the variation of the geomagnetic field, Diploma Thesis, Eötvös Loránd University, Budapest (in Hungarian)
- Omori F J** (1894): On after-shocks of earthquakes. *J. Coll. Sci. Imp. Univ Japan.* 7:111-200.
- Schuster A** (1897): On lunar and solar periodicities of earthquakes, *Proceedings of the Royal Society of London* 61, 455-465.
- Thanassoulas C, Tsatsaragos J, Klentos V** (2001): Determination of the most probable time of occurrence of a large earthquake., Open File Report A. 4338, IGME, Athens, Greece.
- Tóth L, Mónus P, Zsíros T, Kiszely M** (2002): Szeizmicitás A Pannon-medence szeizmicitása. *Földtani Közlöny* 132/különszám, 327-337 Budapest.
- Tóth L, Mónus P, Zsíros T, Kiszely M** (2001): Hungarian Earthquake Bulletin, 2000. – *GeoRisk*, Budapest, 98 p.
- Tóth L, Csabafi R, Greneczy Gy, Horváth F, Kiszely M, Kosztu Z, Kovácsvölgyi S, Mónus P, Páncsics Z, K. Posgay G. Ráner M.R. Tátrai Z, Szabó T, Tóth Z, Wéber Z, and Zsíros T** (1998): SUMMARY REPORT: Seismic Monitoring of Paks NPP Site, GeoRisk, Budapest, pp. 129.
- Ulbrich U, Ahorner L, Ebel A** (1987): Statistical investigations on diurnal and annual periodicity and on tidal triggering of local earthquakes in Central Europe. *J. Geophys* 61, pp. 150-157.
- Zsíros T** (1999): Hungaria Earthquake Catalogue (456-1998). Seismological Observatory, Budapest, Computer file.